

# DISCUSSÕES A RESPEITO DA NATUREZA DA CIÊNCIA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS – A “MATERIALIDADE” DAS LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO E DAS SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS

Roberto Soares da Cruz Hastenreiter

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ);  
Univ. Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio)*

Kaíza Martins Cavalcanti, José Sampaio Oliveira, Patrícia Santos Alves, Raimundo Nonato Silveira  
*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)*

**RESUMO:** Os educadores, em geral, reconhecem as atividades experimentais como essencial no Ensino de Ciências, entretanto muitos criticam a forma como são desenvolvidas por enfatizarem um ensino de ciências dogmático, a-histórico e descontextualizado de uma ciência acabada e verdadeira. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um experimento de eletrostática que inclui a abordagem de natureza da ciência e que, sobretudo, busca uma reflexão crítica sobre as ciências e o processo de construção do conhecimento científico. Assumimos como referencial metodológico a construção de dados a partir de interações discursivas. Na discussão dos resultados, os episódios gravados foram inicialmente analisados juntamente com a produção de pequenos textos elaborados pelos alunos acerca de suas concepções.

**PALAVRAS CHAVE:** Ensino de Ciência, Atividades experimentais, Natureza da Ciência, Representação, Materialidade.

**OBJETIVOS:** A utilização de atividades experimentais no currículo das disciplinas científicas tem sido o centro de grandes discussões entre professores e pesquisadores da área de ensino de ciências. Os documentos oficiais, como: os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCN) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), enfatizam o uso de experimentos como estratégia de abordar diversos temas por fazerem parte da vida, da escola e do cotidiano de todos. Esses documentos recomendam que as atividades experimentais não devem ser exclusivamente realizadas em um laboratório com roteiros seguidos nos mínimos detalhes e sim, partir de um problema ou questão a ser respondida (BRASIL, 2002).

A comunidade científica e os professores das disciplinas de ciências reconhecem a importância da atividade experimental na aprendizagem das ciências e a usam com frequência como metodologia de ensino com resultados comprovados em muitas investigações. Apesar disso, o papel do trabalho experimental no ensino de ciências tem sofrido alterações ao longo dos anos, como consequência das mudanças que se têm operado na sociedade, e que, naturalmente, se têm traduzido nos currículos de ciências. Entretanto, de um modo geral, o trabalho experimental é considerado central, mesmo vital no ensino das ciências (Matos e Moraes, 2004).

Nesse contexto, e entendendo as diversas formas de concepção do papel da atividade experimental, e mesmo nas suas diversas formas de abordagem nas aulas de ciências, aponta-se inicialmente que o papel dos experimentos na ciência é distinto, tanto na forma quanto no objetivo, daquele desempenhado no ensino de ciências (Hodson, 1988).

O presente trabalho representa parte de uma pesquisa mais ampla ainda em andamento. Portanto, como parte de uma reflexão maior, incluímos objetivos mais gerais que não se contemplam exclusivamente no presente artigo, sobretudo, estes devem ser compreendidos como resultado de ações coletivas. Destacamos também na presente seção os objetivos específicos da abordagem apresentada.

Dentre os objetivos gerais, pretendemos no referido trabalho, concomitantemente ao desenvolvimento do experimento de eletrostática com abordagens de natureza da ciência, desenvolver nos estudantes, alunos dos cursos de ensino médio técnico, uma visão da ciência menos restrita, mais abrangente. Objetivamos trazer para o debate as diversas dimensões presentes no fazer ciência. Com a transcrição dos diálogos ocorridos entre os estudantes e mediados pelos professores durante a atividade experimental, almejamos identificar, através de análise textual discursiva, possíveis mudanças nas concepções do que é fazer ciência, e do que é falar sobre ciência. Como objetivo específico da pesquisa, buscamos discutir e refletir a respeito do papel das representações nas descrições dos fenômenos científicos em formatos alternativos de atividades experimentais. A partir das representações das linhas de campo (do campo elétrico, no caso do experimento apresentado), dada a contextualização histórica de sua elaboração, pretendemos discutir a importância de sua representação geométrica, assim como a possibilidade do que denominamos “materialidade” das superfícies equipotenciais.

## QUADRO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

Usualmente, os métodos ativos de ensino-aprendizagem são entendidos como se defendessem a ideia de que os estudantes aprendem melhor por experiência direta. Borges (2002) acredita que embora sendo verdadeiro em algumas situações, esse entendimento é uma simplificação grosseira, como apontam os trabalhos baseados nas ideias de Dewey, Piaget e Vigotsky, entre outros. O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas.

Dentre os educadores mais atuais que reconhecem a experimentação como essencial na Educação Básica, vários argumentos são encontrados na literatura da área. Em pesquisa realizada por Kerr, em 1963, de forma resumida, destacam-se alguns motivos apontados por professores para uso deste recurso que ainda permeiam as pesquisas mais recentes: a) estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados; b) promover métodos de pensamento científico; c) desenvolver habilidades manipulativas; d) treinar a resolução de problemas; e) esclarecer a teoria e promover a sua compreensão; f) vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação chegando aos seus princípios; g) motivar os alunos (Galiuzzi et al., 2001).

Apesar disso, nem sempre o recurso à atividade experimental se traduz por melhor aprendizagem e por isso alguns autores defendem a necessidade da sua reconceitualização à luz de uma perspectiva construtivista social da natureza da ciência e da aprendizagem. Para esses autores, alguns problemas que se levantam acerca do uso do trabalho experimental nas aulas de ciências não se referem à quantidade de trabalho experimental realizado, mas estão mais relacionados a uma questão de qualidade, de natureza, de contexto e de objetivos (Matos e Morais, 2004).

Fazendo-se uma análise de epistemólogos tão diversos como Bachelard e a sua proposta de Materialismo Racional; Popper e a Teoria da Falsificabilidade; Kuhn e a Ciência Paradigmática; Lakatos e os seus Programas de Investigação Científica e Laudan e o seu Modelo Reticulado, percebemos que todos reconhecem alguma importância à experimentação na construção do conhecimento. Entretanto, os

autores supracitados são unânimes em considerar que, devido à forma como as atividades experimentais são desenvolvidas tradicionalmente em sala de aula, estas têm um contributo mínimo ou até contraproducente na construção do conhecimento dos alunos. O formato rígido da aplicação do método tradicional é responsável por uma ideia deformada sobre o que é fazer ciência, difundindo deste, uma concepção de ciência estática e acabada (Saraiva-Neves, 2006).

## METODOLOGIA

O presente trabalho é parte de um projeto que visa desenvolver atividades experimentais que envolvam discussões a respeito da natureza da ciência com ênfase nos aspectos históricos, sociais e epistemológicos da ciência. A atividade experimental apresentada neste trabalho inclui a discussão do texto, as medidas feitas com o multímetro, a tomada dos pontos, o traçar das curvas e as discussões entre os componentes do grupo.

Nesse contexto mais amplo, apresentamos o desenvolvimento de um experimento clássico de eletrostática que visa a determinação das superfícies equipotenciais relativas a dois perfis de geração de campo elétrico: duas hastes metálicas paralelas carregadas com cargas de sinais opostos e um anel metálico carregado. A Fig. 1 apresenta um esquema da montagem do experimento.



Fig.1. Esquema de alguns componentes da atividade realizada.

A atividade experimental proposta foi desenvolvida no laboratório de Física, em duas turmas do terceiro período dos cursos de Ensino Médio Técnico em Química e Biotecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) – Campus Rio de Janeiro. Os participantes foram alunos das referidas turmas e quatro professores, sendo três de Física e um de Química. Cada turma participante da atividade experimental era composta por doze alunos. Os alunos foram divididos em grupos menores de seis alunos por bancada.

Iniciamos a atividade com uma discussão a respeito do método científico e o processo de produção da ciência conduzida por um dos professores de Física. Nesta etapa os docentes tentaram “extrair” dos alunos suas concepções a respeito dos tópicos supracitados, por isso nenhum material textual foi utilizado nessa etapa da atividade experimental.

Em seguida, um segundo professor de Física apresentou os equipamentos sem fornecer aos alunos muitos detalhes relativos aos procedimentos experimentais. Conduziu uma breve recapitulação do tema (Linhas de Campo Elétrico e Superfícies Equipotenciais) que outrora fora abordado em sala de

aula. A partir de então, os alunos foram liberados para discutir entre si e conduzir o experimento a fim de cumprir com o objetivo apontado pelo segundo professor, a saber, mapear as linhas equipotenciais dada a configuração das hastes carregadas. O experimento foi montado para que os alunos, com o auxílio de um multímetro, identificassem pontos com o mesmo potencial elétrico e assim pudessem mapear o lugar geométrico equipotencial para o caso a eles apresentado. Com o auxílio agora de folhas de papel milimetrado os alunos traçaram as curvas correspondentes.

O próximo passo da atividade experimental consistiu em ler quatro parágrafos do extrato do texto de Hodson (1988). O extrato selecionado pelos professores, trata dos experimentos na ciência, e parte de uma provocação destacada em algumas frases de Francis Bacon. O texto possibilitou o desenvolvimento de um debate a respeito do método científico e as formas de se fazer ciência. (Hodson, 1988; Praia, Gil-Pérez e Vilches, 2007).

Após o debate duas perguntas foram apresentadas aos alunos:

1. Quais as características destacadas nessa atividade experimental que não estavam presentes em outras realizadas por você no IFRJ?
2. Qual a sua ideia de como se constrói conhecimento científico? Como tais discussões convergem ou divergem da sua concepção?

No entanto os mesmos foram orientados a tomar as perguntas apenas como ponto de partida para elaboração de seus textos. Todas as discussões foram registradas em áudio e posteriormente analisadas. Por isso, além dos textos produzidos pelos alunos, os professores, autores do presente trabalho, puderam analisar os áudios gravados em três pontos distintos do laboratório. Um em cada bancada e o terceiro próximo aos professores que conduziram a atividade experimental.

Como metodologia de investigação utilizamos uma pesquisa qualitativa de observação participante, na qual os pesquisadores estiveram face a face com os observados, fazendo parte do cenário cultural, onde foi coletado e construído seus dados. Vale ressaltar que os pesquisadores não eram professores regentes das turmas, mas professores da Instituição que atuam também como professores de laboratório cuja função era desenvolver e aplicar atividades experimentais previstas nas ementas dos cursos. Como destaca Carvalho, “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento”. Além disso “os dados são predominantemente descritivos”. (Carvalho, 2011, p.25). Por isso, por meio das transcrições derivadas das gravações em áudio, e dos textos produzidos pelos alunos, os dados foram construídos. Tomamos como base teórico-metodológica para a construção e análise dos dados a análise do discurso, na perspectiva de Charaudeau (1999), na qual o “(...) o objetivo do interpretante não é tanto o sentido das palavras, mas a significação social que resulta de seu emprego (...)” (Charaudeau, 1999, p.29).

## RESULTADOS

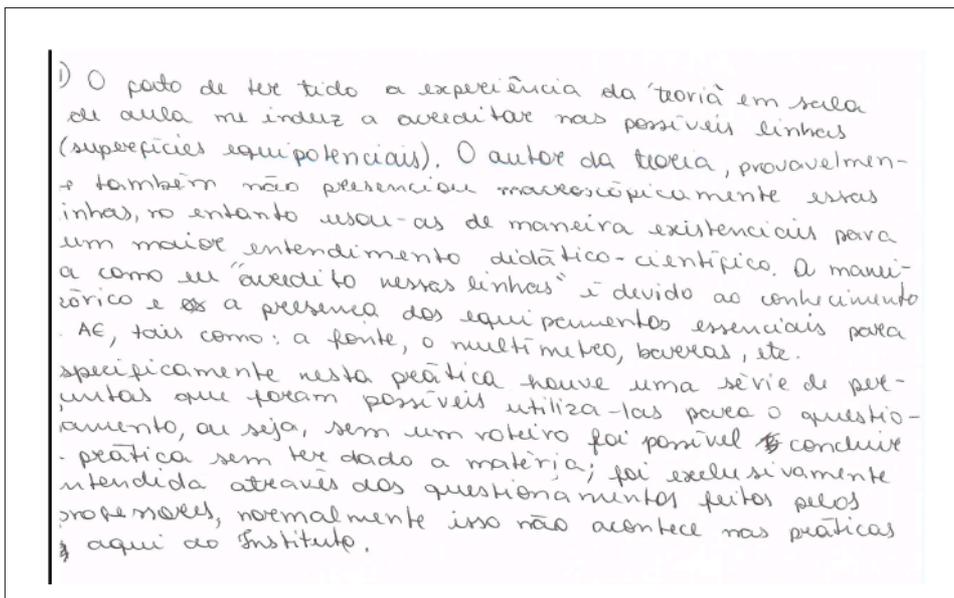
Os resultados, ainda parciais, indicam a potencialidade da presente abordagem. Inicialmente os alunos demonstraram certo desconforto com a dinâmica proposta. No entanto, não foi preciso muito tempo para que entendessem o caráter participativo da atividade experimental apresentada. A maioria dos relatos escritos pelos estudantes enfatizou a ausência de um roteiro a ser seguido, comum às aulas de laboratório.

As questões que envolveram discussões a respeito da Natureza da Ciência e da formação/elaboração dos conceitos científicos foram longamente debatidas pelos alunos, causando, por diversas vezes, certo estranhamento. Destaca-se abaixo a fala de uma aluna (A1) após a leitura de um trecho retirado de Hodson (1988) no qual ele interpreta uma citação de Francis Bacon: “[...] os segredos da natureza revelam-se mais facilmente sob a opressão da arte do que quando seguem seus próprios caminhos [...]”.

Não é suficiente simplesmente observar a natureza no estado bruto. Em vez disso, deve-se “torcer a cauda do leão” – manipular o mundo para obter maior acesso aos seus segredos. Os experimentos vão além da (mera) observação; são eventos projetados e estritamente controlados, e é esse controle estrito que lhes dá sua força particular.”

A1: “/.../cara eu não gostei do parágrafo ... porque eu não acredito nisso o cara tá falando de manipular e eu não acredito que a gente consegue manipular a natureza (+) a gente observa o que acontece com ela é a lei dela a gente não muda ela (ruído) to imaginando a gente forçando aqui a parada eu não gostei disso...”

Verificamos, também, a partir de alguns relatos textuais dos alunos, que questões ausentes ou, no máximo, não explícitas nas atividades experimentais tradicionais em nosso Instituto foram incorporadas em suas reflexões. Destaca-se na Fig. 2 o fragmento da resposta de outra aluna (A2) que parece evidenciar questões sobre a Natureza da Ciência, assim como de elementos presentes na elaboração do conhecimento científico. Estes visam certa inteligibilidade dos conceitos, e não apenas um compromisso de relato da natureza assim como ela é.



d) O fato de ter tido a experiência da teoria em sala de aula me induz a acreditar nas possíveis linhas (superfícies equipotenciais). O autor da teoria, provavelmente também não presenciou macroscopicamente estas linhas, no entanto usou-as de maneira existencial para um maior entendimento didático-científico. A maneira como eu “acredito nessas linhas” é devido ao contruimento teórico e a presença dos equipamentos essenciais para AE, tais como: a fonte, o multímetro, baterias, etc. especificamente nesta prática houve uma série de perguntas que foram possíveis utiliza-las para o questionamento, ou seja, sem um roteiro foi possível concluir a prática sem ter dado a matéria; foi exclusivamente entendida através dos questionamentos feitos pelos professores, normalmente isso não acontece nas práticas aqui do Instituto.

Fig. 2. Fragmento do texto da aluna A2 referente a atividade experimental.

O fragmento destacado na Fig. 2 evidencia que para a referida aluna as linhas equipotenciais cumprem um papel representativo na comunicação do conceito, não se importando diretamente com a sua existência enquanto entidade real da natureza. Ademais, a aluna destaca que o próprio procedimento experimental e os equipamentos que permitiram o mapeamento possuem princípio de funcionamento baseados na teoria, complexificando ainda mais a aparente simplicidade da sequência do tradicional método científico.

## CONCLUSÕES

A elaboração de atividades experimentais fora do padrão tradicional em ciências ainda é um desafio dentro da perspectiva educacional brasileira. Percebemos esse fato a partir da identificação da estran-

heza e desconforto dos alunos ao receberem autonomia para desenvolver a atividade e investigar os fenômenos relacionados. Uma análise inicial das gravações em áudio parece indicar que, ao longo da atividade experimental, alguns alunos se apropriaram daquilo que apontamos como uma visão mais abrangente a respeito da ciência. Tomamos como possíveis evidências da referida afirmação os questionamentos acerca das representações e materialidade das linhas equipotenciais. Ainda nesse sentido, destacamos os argumentos presentes em alguns discursos que versavam a respeito da existência, ou não, de propriedades físicas abstratas na ausência de uma teoria que as descreve.

A despeito de que alguns alunos tenham avançado nas discussões a respeito da materialidade das linhas equipotenciais, da natureza da ciência, e da elaboração/formação dos conceitos científicos, a maioria dos relatos textuais dos alunos parece apontar como destaque da referida atividade experimental a dinâmica mais livre em que a aula foi conduzida. Tal fato remonta a nossa expectativa inicial, a saber, de compreender o presente trabalho, menos com um fim em si mesmo, e mais como parte de ações conjuntas que se propõem em contribuir com a formação de um espírito científico mais crítico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. T.(2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 19(3), 291-313.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura.(2002). Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília: MEC.
- CARVALHO, A.M.(2011). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem salas de aula. In : SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Editora Unijuí. 13-47.
- CHARAUDEAU, P.(1999) Análise do Discurso: controvérsias e perspectivas. In: MARI, H. et al. (Org.). Fundamentos e Dimensões da Análise do Discurso. Belo Horizonte: Carol Borges – Núcleo de análise do discurso. Fale-UFMG. 27-43.
- GALLAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. (2001). Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. Ciência & Educação, 7(2), 249-263.
- HODSON, D. (1988). Experiments in science teaching. Educational Philosophy and Theory, 20(2), 53-66.
- MARTINS, I. (2011). Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. In: Santos, F. M. T.; Greca, I. M. A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Editora Unijuí. 297-321.
- MATOS, M.; MORAIS, A. M.(2004). Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: Teorias e práticas dos professores. Revista de Educação, 12(2), 75-93.
- Praia, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. (2007). O Papel da Natureza da Ciência na Educação para Cidadania. Ciência & Educação, 13(2), 141-156.
- SARAIVA-NEVES, M., CABALLERO, C., MOREIRA, M. A. (2006). Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um estudo Exploratório. Investigações em Ensino de Ciências, 11(3), 383-401.